

月刊

食品工場

10
OCTOBER

食品の生産拠点を支援する情報誌

2022

No.306

TOP
INTERVIEW

トップインタビュー

三井農林(株)

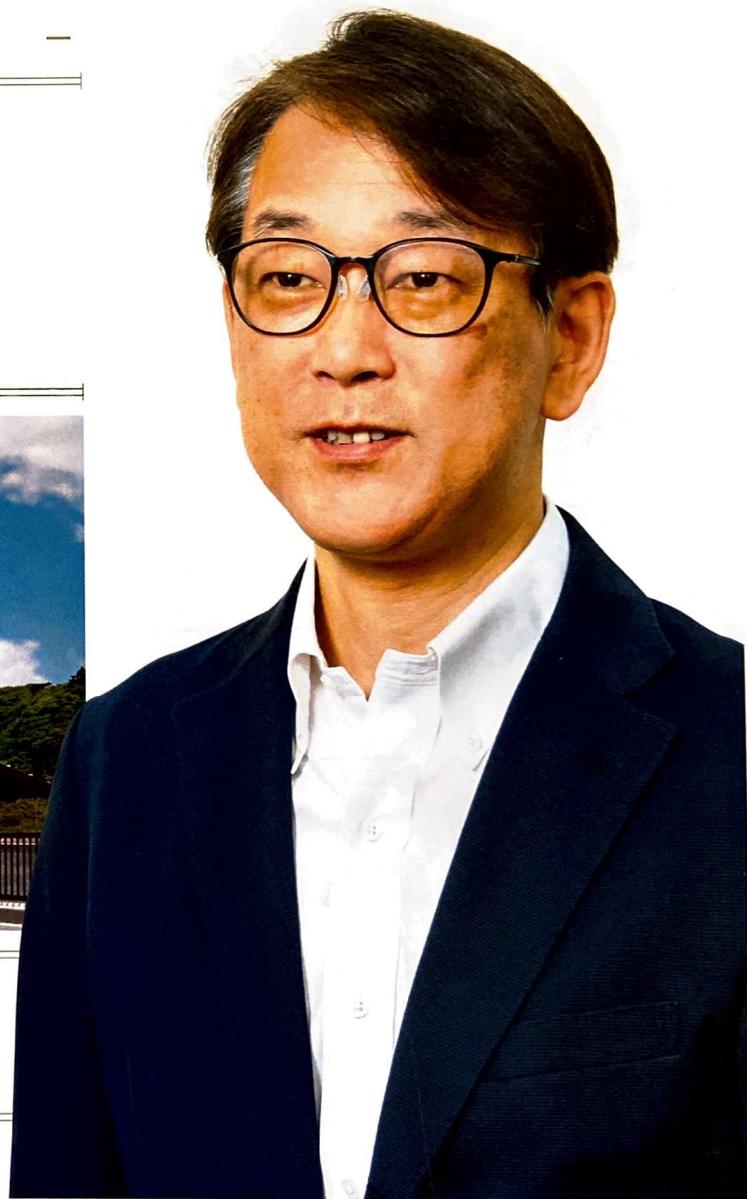
代表取締役社長

佐伯 光則 氏



藤枝工場

伝統と先進技術を融合し
新たな紅茶市場の開拓に挑む



特集

食品工場のスマートファクトリー化と 省力化・自動化 2022

緊急企画

食用油のコスト削減

ルポ&インタビュー (株)マツモト 函館工場

増ページ!



中谷技術士事務所 代表

中谷 明浩
Akihiro Nakatani

[プロフィール]
1973年生まれ、北海道出身。
食用油メーカーで25年、技術・研究開発・知財部門を歩んだ後、食用油の関連技術や特許情報実務の支援を国内外で展開する技術士事務所を設立。「食用油の水先案内人」として数々の技術課題を解決に導く。食品化学新聞「食品技術リレーシリーズ」で「調理現場のフライ油適正管理技術」「特許情報を食品やビジネスに活用しよう」など多数執筆。著書に「食用油脂の基礎と劣化防止」(幸書房)がある。

解説

食用油脂の価格高騰と劣化防止策

2021年以降、大手食用油メーカー各社が6度にわたり食用油の値上げを行い、いまだかつてない高騰が始まった。総務省の小売物価統計調査によると、21年7月時点で296円であった東京都区部の食用油の小売価格（1本・1kg）は、1年後の22年7月には1.5倍の437円に上昇した。なぜこのような状況にあるのか、その背景を探るとともに、食用油の節約につながる劣化防止技術について解説する。

緊急企画

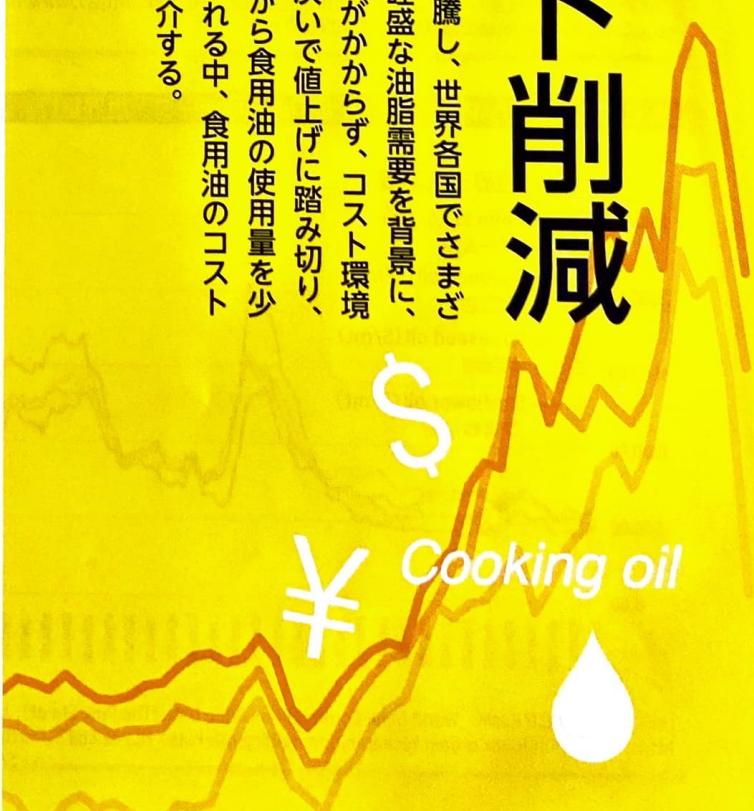
ロシアのウクライナ侵攻を機に小麦粉や原油などの価格が高騰し、世界各国でさまざまな商品の値上がりが続いている。特に食用油脂は世界的に旺盛な油脂需要を背景に、食用油やパーム油（主にインドネシア産）の価格高騰に歯止めがかからず、コスト環境がより一層厳しくなっている。国内大手食用油メーカーは相次いで値上げに踏み切り、今後の先行きも見通せない状況だ。食品メーカー・外食産業から食用油の使用量を少しでも減らし、コスト削減につなげたいという切実な声が聞かれる中、食用油のコスト削減のために何ができるか、具体的な劣化防止対策について紹介する。

食用油のコスト削減

●
昨今の食用油を巡る
国内外の状況

食用油の原料となる大豆や菜種などは油糧種子または油糧原料と呼ばれ、

日本はそのほとんどを海外からの輸入に頼っている。そのため、世界の穀物などの需給バランスや価格の変動が、食用油の生産量や価格に大きく影響することになる。そこで、食用油を取り巻く環境と今後の状況を考えてみたい。世界の穀物および大豆の需給と世界人口動向（図1）において、世界の穀物および大豆の需要量は世界の人口の伸び率とともに増加しているが、その供給量に余裕があるわけではなく、微妙な需給バランスを取り続けている。

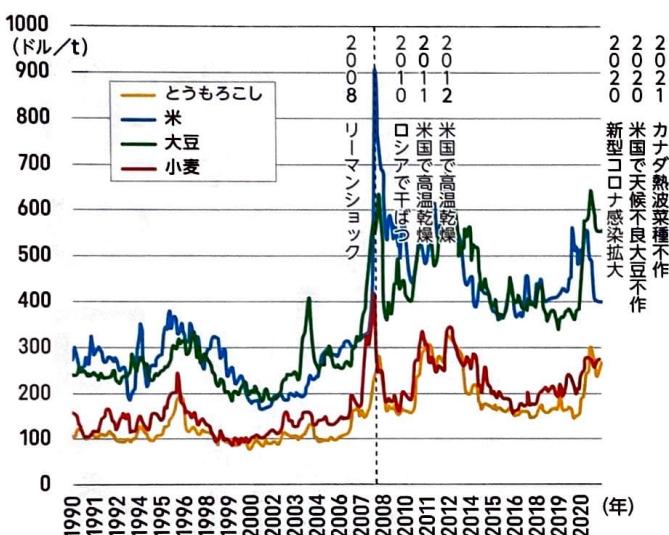


国際穀物および大豆価格の推移（図2）では、2008年のリーマンショック以降は、穀物の大産地である米国をはじめ、各産地での異常気象やコロナショックからの経済回復などにより高値で推移している。そして、世界の食用油相場は、世界銀行が公表しているCommodity Price Data（食用油価格データ）（図3）では、穀物相場と同様の動きを示し、特に20年5月からは08年のリーマンショック時を超える上昇相場となり、これが食用油高騰へとつながっているのである。

現に、国内の食用油価格推移を見てみると、世界三大油種であるパーム油、大豆油、および菜種油のうち、パーム油は輸入価格において、20年5月対比で今年5月期は2・7倍もの上昇を見せた。大豆油と菜種油の卸売価格でも1・6倍となる高値を付け、現状、高止まりの状況にある（図4）。

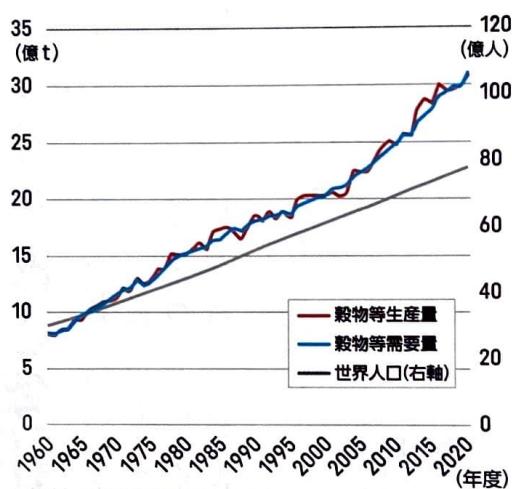
他方で、農林水産政策研究所が今年3月に公表した「世界の食料需給の動向と中長期的な見通し」では、世界の主要品目の消費量の変化において、植物油は06～08年の指数を100とした場合、31年には190と予測され、世界の各品目実質価格の増減率は、基準年18～20年対比で31年には6・1%増と、消費量と価格とともに上昇するとの試算がある。

図2 国際穀物および大豆価格の推移



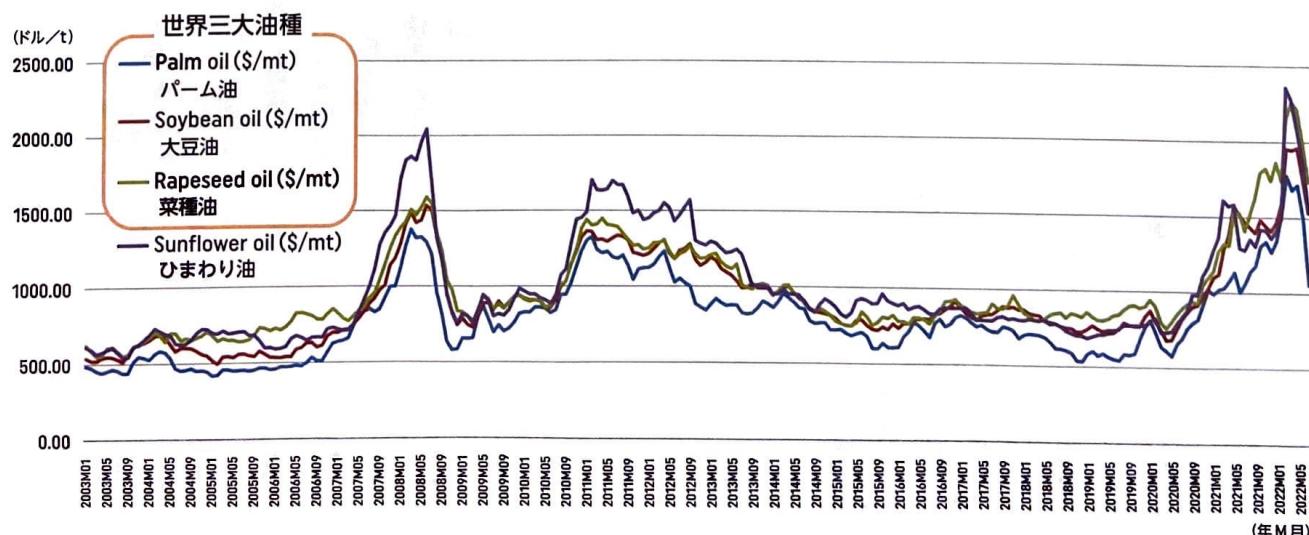
出典：「世界の食料需給の動向と中長期的な見通し—世界食料需給モデルによる2031年の世界食料需給の見通しー」、農林水産政策研究所、2022年3月、https://www.maff.go.jp/primaff/seika/attach/pdf/220331_2031_02.pdf

図1 世界の穀物および大豆の需給と世界人口動向



出典：「世界の食料需給の動向と中長期的な見通し—世界食料需給モデルによる2031年の世界食料需給の見通しー」、農林水産政策研究所、2022年3月、https://www.maff.go.jp/primaff/seika/attach/pdf/220331_2031_02.pdf

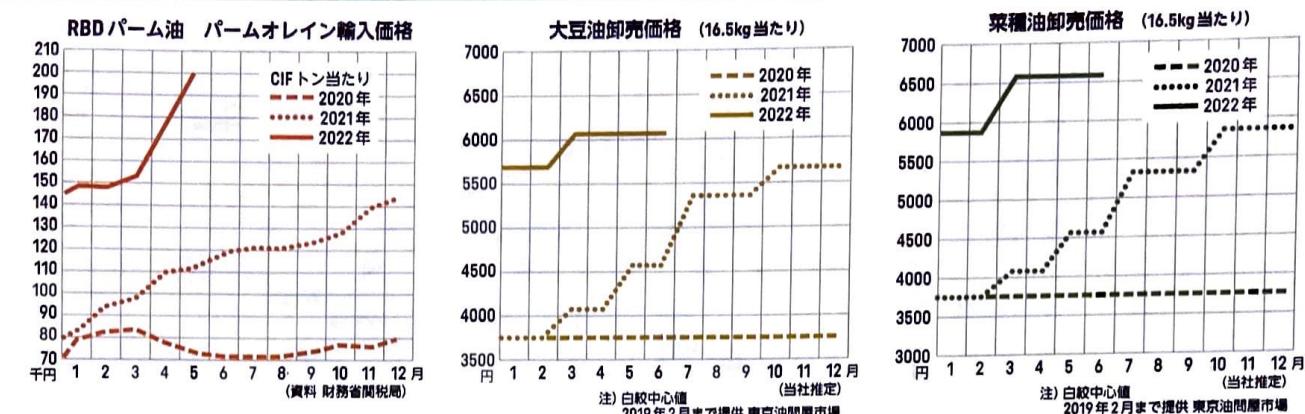
図3 Commodity Price Data／食用油価格データ（世界銀行）



出典：THE WORLD BANK、World Bank Commodities Price Data (The Pink Sheet)、Updated on August 02 2022.
<https://www.worldbank.org/en/research/commodity-markets>、DL2022.8.12 より作成

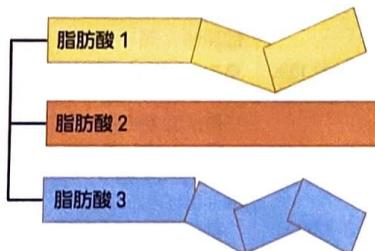
Reduction of cooking oil costs

図4 国内油価格月次推移（2020～2022年）



出典：資料 DATA、月刊油脂、Vol. 75、No. 8 (2022)

図5 トリグリセライドの構造イメージ



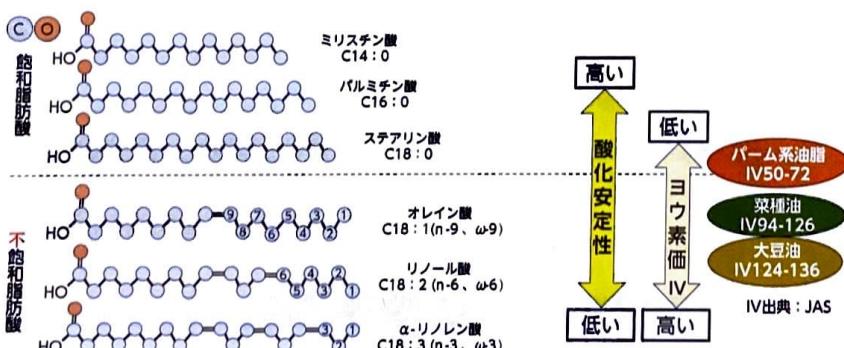
○筆者作成

食用油とは

食用油（脂質）は三大栄養素の一つとして重要な栄養素である。油脂の基本構造は、グリセリン骨に3つの脂肪酸がエステル結合した構造を有し、その直鎖内に二重結合を有しない飽和脂肪酸と、有する不飽和脂肪酸に大別される。不飽和脂肪酸において、脂肪酸それぞれの酸化安定性は、酸素との反応に富む二重結合が少

さるに、新興国経済成長による食用油需要の増加、産地国食料輸出規制やバイオ燃料向けの需要増加という現実がある。直近のコロナショック、ウクライナ問題、円安、原油高騰、世界的インフレなども踏まえると、食用油価格は今後も上昇基調で不安定な値動きが続くと考えることが自然のように思える。

図6 脂肪酸の構造と酸化安定性・ヨウ素価 (IV)



○筆者作成

食用油劣化の仕組み

食用油が劣化する仕組みには、自動酸化、熱酸化（熱劣化）、光酸化がある。自動酸化▼常温下における酸素によって生じる酸化反応で、食用油が空気と接触していると、食用油に酸素の吸収が進み酸化反応速度が速くなる。プロセスは、最初の誘導期間を経て、食用油と酸素が反応した過酸化物の生成とその分解となる。食用油を含む食品は、初めては無臭でも長期保存によって食用油の酸化分解物による好ましくない臭いが生じ、商品価値を低下させる。熱酸化（熱劣化）▼酸化メカニズムは基本的に自動酸化と同じであるが、反応速度が格段に速く進む。一般的に、10℃上昇することにその反応速度は2

格に三つの脂肪酸がエステル結合した化学構造を有し、一般的にトリグリセライドと呼ばれる（図5）。一般的な脂肪酸は、炭素が12～22個の直鎖の化学構造を有し、その直鎖内に二重結合を有しない飽和脂肪酸と、有する不飽和脂肪酸に大別される。不飽和脂肪酸において、脂肪酸それぞれの酸化安定性は、酸素との反応に富む二重結合が多い脂肪酸が安定とされ、二重結合が多い脂肪酸が安定性が低い。二重結合の多・少の指標としてヨウ素価（Iodine Value : IV）があり、脂肪酸組成に飽和脂肪酸の多いパーム系油脂はIV 50～72、オレイン酸の多い菜種油でIV 94～126、リノール酸の多い大豆油でIV 124～136を示す。一方で、一概に二重結合の数だけ（IVだけ）で酸化安定性が決まるわけではなく、油脂に含まれるトコフェロールなどの抗酸化成分や食用油の精製度合いなどにもよるので留意されたい（図6）。

光酸化 ▼メカニズムは自動酸化・熱酸化と同じだが、著しく反応速度が速く、油脂の変化は非常に大きく、調理における加熱温度や時間、食用油の品質などにも注意を要する。酸化や劣化度合によっては、酸化分解物のアルデヒド類などの影響により体調不良を招いたり、製品品質を著しく低下させたりする場合がある。

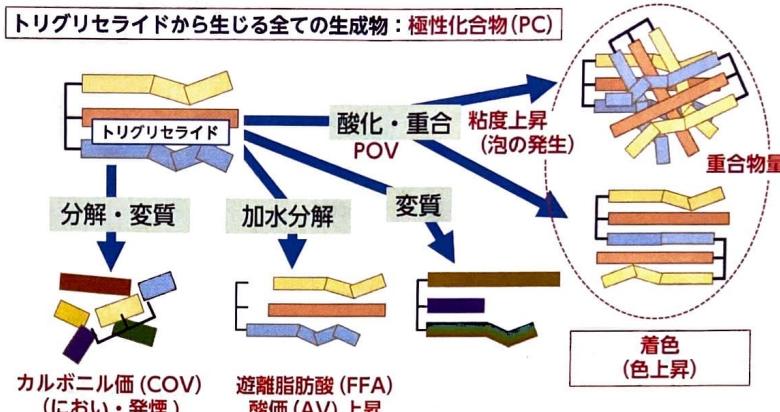
① **劣化指標と評価**
食用油の劣化指標は用途によって使い分けされており、例えばフライ油は、化と同じだが、著しく反応速度が速く、

光の中でも特に380 nmより短波の紫外光が食用油の劣化を急激に促進する。特に大豆油は光による臭気が発現やすく、明るい場所に陳列される製品には注意が必要である。

② **劣化防止技術**
食用油の劣化指標は用途によって使われる。過酸化脂質は不安定で調定するカルボニル値(COV)、アルデヒド類などを測定する。

③ **劣化管理のための基本5項目**
劣化管理の基本5項目として、(1)劣化指標などの管理基準の設定(2)科学的根拠に基づく促進試験を含む保存試験

図7 劣化指標と評価



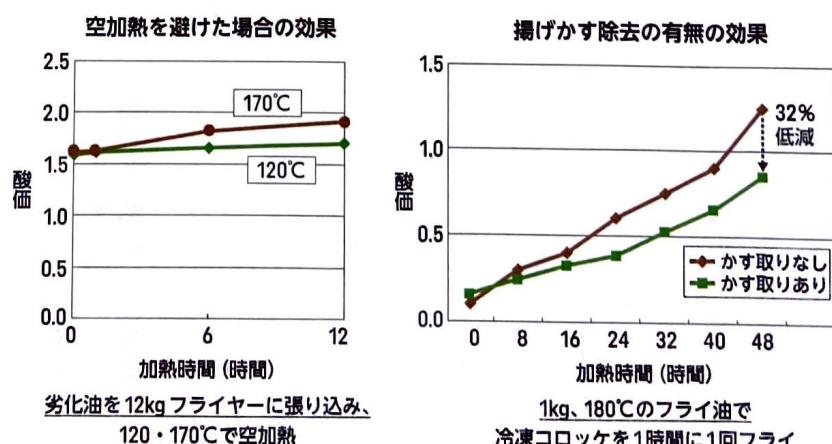
○筆者作成

図8 食用油劣化に関するガイドライン・規格基準

フライ油	揚げ菓子	即席めん類
油脂の使用限界(例)	油で処理した菓子(油分10%以上)は、製品中に含まれる油脂の	●めんに含まれる油脂の酸価が3を超える、又は過酸化物価が30を超えるものであつてはならない(食品衛生法)
●170°C未満の温度で煙が出るもの ●酸価が2.5を超えたもの ●カルボニル値が50を超えたもの ●発煙、カニ泡、粘性等が現れたもの	●酸価(AV)が3を超え、かつ過酸化物価(POV)が30を超えないこと ●酸価だけでは5を超えないこと ●過酸化物価のみでは50を超えないこと (厚生労働省:菓子指導要領)	●油揚げめんの油脂については酸価1.2以下、味付け油揚げめんの酸価については1.5以下であること(JAS)
小規模な惣菜製造工場におけるHACCPの考え方を取り入れた衛生管理のための手引書(p24) (-社)日本惣菜協会(厚生労働省ホームページ)	◎かりん糖に含まれる油脂の酸価(AV)が3を超え、かつ過酸化物価(POV)が20を超えないこと(JAS)	
油揚げ	●製品に含まれる油の酸価が3以下であること (18道県地域食品認証基準:ミニJAS)	

○筆者作成

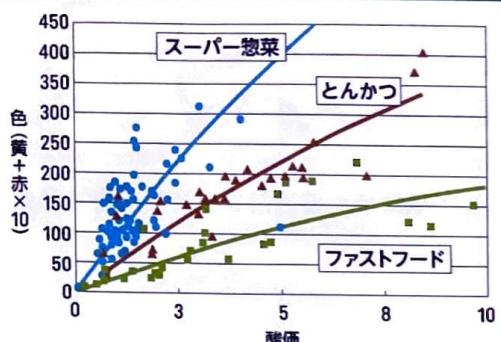
図9 劣化防止のための作業とその効果



出典:「油脂の劣化防止技術と製品への応用」、月刊フードケミカル、Vol.28、No.9、p25-33、図6・図8 (2012)

Reduction of cooking oil costs

図10 業態別大手ユーザー使用油分析結果



出典：「油脂の劣化防止技術と製品への応用」、月刊フードケミカル、Vol.28、No.9、p25-33、幸書房（2012）

の実施③ガイドラインや基準の順守④官能評価によるおいしさや品質の担保⑤劣化の抑制——が挙げられる。これらが基本が押さえられていなければ、調理現場や製品における適切な劣化管理はうまくいかず、衛生的、食の安全・安心の観点から離れることになる。これらは、食用油の劣化管理に限らず、食品の品質管理全般にも当てはまる。

③ 油の劣化と衛生管理
昨年6月のHACCP義務化に伴い「弁当及びそざいの衛生規範」が廃止された。同規範で示されていたフライ油廃油ガイドラインについては現在、(社)日本惣菜協会作成の「小規模な惣菜製造工場におけるHACCPの考え方を取り入れた衛生管理のための手引書」(厚生労働省ホームページ)に油脂

い。

唐揚げ類▼ほとんど吸油をせず溶出物が多いため、フライ油の劣化が早い。

これらの特性を踏まえ、参考として全ての揚げ種を調理する現場では、最初に天ぷら類から調理し、次にフライ類、最後に唐揚げ類の順に揚げることにより、フライ油を効率的に使い切ることができる。また、フライ調理をしていない間の油温を下げる(空加熱を避ける)、揚げかすを除去するなどの作業は、劣化防止の効果が大きい(図9)。

④ 加熱安定性の高い油脂の使用

パーム油やパームオレインなどのパーム系油脂は、飽和脂肪酸であるパルミチン酸と、二重結合の少ないオレイン酸で構成されていて、酸化安定性がほかの大豆油や菜種油などの液油

の使用限界(例)として記載されている。その他のガイドライン・規格基準と共に図8に示す。

⑤ 劣化防止のための適正使用方法

揚げ種を分類すると、天ぷら類、フライ類、唐揚げ類に分けられる。これが劣化防止に寄与する。

天ぷら類▼吸油量が多く新油による差し油を多く行うため、フライ油の劣化が少ない。

フライ類▼吸油するがパン粉などの揚げかすが多く、比較的劣化が進みやすい。

唐揚げ類▼ほとんど吸油をせず溶出物が多いため、フライ油の劣化が早い。

これらの特性を踏まえ、参考として全ての揚げ種を調理する現場では、最初に天ぷら類から調理し、次にフライ類、最後に唐揚げ類の順に揚げることにより、フライ油を効率的に使い切ることができる。また、フライ調理をしていない間の油温を下げる(空加熱を避ける)、揚げかすを除去するなどの作業は、劣化防止の効果が大きい(図9)。

⑥ シリコーンオイルの抗酸化作用と抗酸化剤例

業務用フライ油には、消泡剤として食品添加物であるシリコーンオイルが1~5 ppm 添加されている製品がある。あくまでもフライ中の発泡を抑制する目的で添加されているが、同時に抗酸化作用を有し、フライ油の劣化防止に寄与している。また、主に自動酸化による劣化防止としてトコフェロールやローズマリー抽出物、乳化剤などの抗酸化剤があり、実務的には0.05~0.1%程度、食用油に添加されている。

⑦ 科学的根拠に基づく管理的重要性
使い込みによるフライ油の着色と酸価には業態別で相関性が違う(図10)。

調理現場でのフライ油の見た目判断なるを得ず、実際にはまだ使用できる油であるにもかかわらず廃油にしている可能性がある。一方で、本来は廃油にしなければならないにもかかわらず使っている場合は、衛生上、安全性に問題が生じる。そのため、現場で簡易

と比較して良いとされる。風味などの理由から液油と配合して使用されることが多いが、脂肪酸の酸化特性から酸価が上昇しやすい傾向にあり、劣化管理として酸価と極性化合物量などの指標と連携させた方法を考えるなど、工夫が必要である。

測定可能な酸価や極性化合物量などの科学的指標で合理的に判断することが必要となる。

食用油脂を取り扱う現場でチェックすべきこと

食用油の三大劣化要因である光・酸素・熱の関わりが、調理現場・工程でどのように影響しているかをチェックすることがまずは大切である。例えば、いくつかの調理現場ではフライ作業終了後、フライヤーからフライ油をそのままの温度で保管タンクに移送し、高温のまま空気と接触しつつストックされている状態にあった。このような事例では、熱交換機などで冷却してから保管するか、高温で保管する場合はヘッドスペースに窒素を封入し劣化防止を図ることが好ましい。現状の作業を改善へつなげていくことが、食用油劣化防止への筋道となる。

【参考文献】

- 1) 「世界の食料需給の動向と中長期的な見通し—世界食料需給モデルによる2031年の世界食料需給の見通し—」、農林水産政策研究所、2022年3月、https://www.maff.go.jp/primaff/seika/attach/pdf/220331_2031_02.pdf
- 2) THE WORLD BANK、World Bank Commodities Price Data(The Pink Sheet)。Updated on August 02 2022. <https://www.worldbank.org/en/research/commodity-markets>。DL2022.8.12
- 3) 資料DATA、月刊油脂、Vol.75、No.8、幸書房(2022)
- 4) 「油脂の劣化防止技術と製品への応用」、月刊フードケミカル、Vol.28、No.9、p25-33、幸書房(2012)

技術 FOCUS! (株)コムコム

食用油を持続して使用でき、経費の削減に貢献する

食用油活性化装置「カラット君®」

コムコムは、食用油を持続して使用できるようにする食用油活性化装置「カラット君」を開発、昨今の世界情勢の影響による食用油の価格高騰を受け、コスト高に悩むユーザーの経費削減に貢献している。食品工場向けの大型連続フライヤーにも対応し、さまざまな製造現場で広く活用されている。



大型フライヤーに設置された食用油活性化装置
「カラット君」

● ● 油の酸化を抑えることで 約40%の経費削減を実現

揚げ物などで使用する食用油は、ロシア・ウクライナ戦争の長期化による燃料輸入価格の上昇、世界市場の需要拡大などの影響により、2021年以降6回も値上げされ、22年7月時点の価格は昨年比で約1.5倍まで高騰している。そんな中で注目が寄せられているのが、コムコムの食用油活性化装置・カラット君だ。油槽内の油は酸化が進むと悪臭が発生したり、色の濃度が変化したり、粘度が増したりといった現象が起きる。化学の世界ではマイナス電荷の電子を失うことを酸化というが、カラット君は電極板から放出される大量の電子によって油槽内の油の分子から電子を離れにくくし、酸化を抑える。

油が酸化する最大の原因是「熱」で、高温にするほど酸化が促進される。だが、電極板から発生する特殊な周波数の高電位により電子の対流を起こせば、熱伝導が向上することで従来より低い設定温度でもカラットと揚がるようになる。設定温

度を10°C下げると油の酸化速度は2分の1になるとされ、熱による劣化を抑制すれば食用油の消費量削減につながり、同社によると経費を約40%削減できるという。また、熱伝導率の向上により熱のむらが減少するため、衣に含まれる水分が従来よりも効率的に蒸発し、きめ細かいサクッとした衣が出来上がる。加えて、食材に含まれる「脂質」の粘性を上げる「ER効果」が起き、食材のうま味を逃がさず、なおかつ油を汚さない。

● ● 食品工場向け 大型連続フライヤーにも対応

カラット君は大多数のフライヤーに設置可能で、電気フライヤー、ガスフライヤー、食品工場向けの大型連続フライヤーにも対応する。容量は10～3000ℓ、入力電圧は85～260Vに対応でき、大量生産する工場や海外でも利用できる。

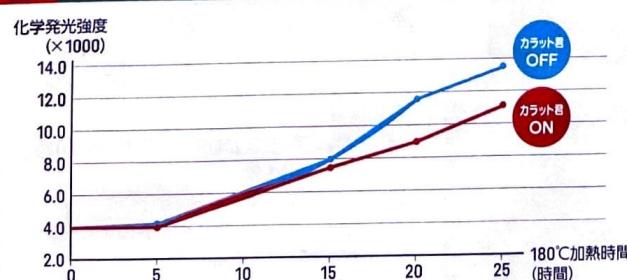
油槽内の油に電子の対流と電場を発生させるために高電圧を通電するが、最大で1mAの静電気程度の電流しか流れないので、万が一電極に触れた場合でも人体

に影響を与えることはない。また、電極板はフッ素樹脂PTFE材で絶縁構造になっており、直接電極部に触れることができないため安心。さらに、電極につながるケーブルや電極部にはさびや腐食に強く衛生性に優れたSUS304ステンレスを使用しているほか、電極板は本体から簡単に取り外せる構造なので容易に清掃でき、安全面・衛生面においても優れている。

● ● 「第4回みやぎ優れMONO」 認定製品

カラット君を使用する場合、従来のフライヤーの設定温度や揚げ時間を変更する必要がある。そこで同社は、事前にフライヤーの容量や油の交換頻度、AV（酸化）値、温度数、熱源位置などを入念にヒアリングし、ユーザーに合わせたマニュアルの作成を支援している。なお、カラット君は宮城大学の評価試験により、揚げ時間短縮やフライ油使用量の節減、油臭の減少、フライヤー内の油の高温域拡大、酸化抑制効果（図1）が実証され、「第4回みやぎ優れMONO」（認定番号：M1202）に認定されている（図2）。

図1 連続加熱油脂の化学発光試験による油脂の酸化分析図



180°C 加熱時間の経過に伴い発光（油脂の酸化）が増加した。カラット君をオンにした場合、対象に対して発光量が少なくなる傾向が認められた。
○宮城大学による「カラット君」評価試験研究成果報告書より

図2 「カラット君」が認定された
「みやぎ優れMONO」のロゴ



<http://www1.odn.ne.jp/m-suguremono/>